

ATTORNEY DOCKET NO.: 70139

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant : DREYER et al.  
Serial No :  
Confirm No :  
Filed :  
For : INFRARED OPTICAL...  
Art Unit :  
Examiner :  
Dated : June 11, 2001

Hon. Commissioner of Patents  
and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany


Number: DE 100 47 728.3-42

Filed: 27/September/2000

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted  
for Applicant(s),

By:

  
John James McGlew  
Reg. No.: 31,903  
McGLEW AND TUTTLE, P.C.

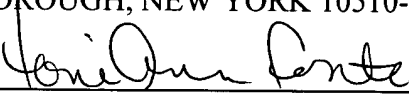
JJM:esd  
Enclosure: - Priority Document

DATED: June 11, 2001  
SCARBOROUGH STATION  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827  
(914) 941-5600

NOTE: IF THERE IS ANY FEE DUE AT THIS TIME, PLEASE CHARGE IT TO OUR  
DEPOSIT ACCOUNT NO. 13-0410 AND ADVISE.

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH  
THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL, REGISTRATION NO.  
EL1510193834 IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER OF PATENTS  
AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C. 20231, ON June 11, 2001

McGLEW AND TUTTLE, P.C., SCARBOROUGH STATION,  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827

By:  Date: June 11, 2001  
70139.8



J1046 U.S. PTO  
09/878259  
06/11/01

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 47 728.3

**Anmeldetag:** 27. September 2000

**Anmelder/Inhaber:** Dräger Medizintechnik GmbH,  
Lübeck/DE

**Bezeichnung:** Infrarotoptischer Gasanalysator

**IPC:** G 01 J, G 01 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 30. November 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

## Beschreibung

Dräger Medizintechnik GmbH, 23542 Lübeck, DE

5

### Infrarotoptischer Gasanalysator

Die Erfindung betrifft einen infrarotoptischen Gasanalysator nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Bestimmung von Gaskonzentrationen mit dem infrarotoptischen Gasanalysator gemäß Patentanspruch 6.

Ein gattungsgemäßes infrarotoptisches Gasmesssystem geht aus der DE 197 160 61 C1 hervor. Dort wird ein infrarotoptisches Gasmesssystem mit zwei Infrarotstrahlungsquellen und mindestens einem Multispektralsensor beschrieben, das für die Konzentrationsbestimmung verschiedener Bestandteile eines Gasstroms geeignet ist. Die zwei Infrarotstrahlungsquellen strahlen dabei in unterschiedlichen Spektralbereichen mit zwei unterschiedlichen Taktfrequenzen. Die emittierten Strahlen werden zuerst über einen Strahlungskoppler geführt, durchqueren nachfolgend den zu messenden Gasstrom vertikal zur Strömungsrichtung und gelangen abschließend zur Intensitätsmessung in den Multispektralsensor.

Als Nachteil bei dem infrarotoptischen Gasmesssystem erweist sich, dass eine simultane Messung von Kohlendioxid, Lachgas, eines weiteren Fremdgases, beispielsweise Methan, und eine Kennung und Messung eines aus zwei Komponenten bestehenden Anästhesiegasgemisches nicht in der dort beschriebenen kompakten Bausweise möglich ist.

Eine simultane Messung und Kennung verschiedener Gase in einem Gasgemisch mit infrarotoptischen Methoden ist möglich mit Filterrädern, die bestückt sind mit verschiedenen Filtern, die jeweils Infrarotstrahlung in einem Wellenlängenbereich durchlassen, der zum Absorptionsbereich eines zu messenden Gases im Gasgemisch gehört.

5 Allerdings ist bei Gasmessgeräten, die mit Filterrädern arbeiten, der konstruktive Aufwand hoch. Die hierfür erforderlichen mechanischen Bauteile nehmen vergleichsweise viel Platz ein und sind verschleißanfällig.

10 Aufgabe der Erfindung ist es, einen infrarotoptischen Gasanalysator vorzustellen, der in kompakter und störunanfälliger Bauweise die simultane Messung und Kennung einer Mehrzahl von Gasen in einem Gasgemisch ermöglicht.

15 Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Die Aufgabe wird auch gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 5. Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgegenstands sowie des zugehörigen Verfahrens.

20 Der erfindungsgemäße Gasanalysator weist mindestens eine infrarotoptische Strahlungsquelle und zwei Multispektraldetektoren auf. Jeder Multispektraldetektor ist mit vier Infrarotstrahlungsdetektoren mit vorgeschalteten Infrarotfiltern bestückt. Ein Beispiel für einen Multispektraldetektor wird in der DE 41 33 481 C2 beschrieben.

Die vier zum ersten Multispektraldetektor gehörenden Infrarotfilter transmittieren in verschiedenen Wellenlängenbereichen: 4,25 Mikrometer, entsprechend der Absorptionswellenlänge von Kohlendioxid, 3,98 Mikrometer, entsprechend der Absorptionswellenlänge von Lachgas, 3,7 Mikrometer als Referenzwellenlänge und darüber hinaus zum Beispiel im Wellenlängenbereich von 3,3 Mikrometer, entsprechend der Absorptionswellenlänge von Methan, eines sich in einem geschlossenen Beatmungskreislauf akkumulierenden Fremdgases. Die Zentralwellenlängen und die Halbwertsbreiten sind bei jedem der vier Infrarotfilter so gewählt, dass auf den vier Messkanälen die Konzentration von Kohlendioxid, Lachgas, gegebenenfalls Methan bestimmt werden kann und außerdem ein Referenzkanal zur Verfügung steht.

- Anstelle der Konzentrationsbestimmung von Methan kann mit dem
- 5 entsprechenden Messkanal auch die Konzentrationsbestimmung eines anderen, sich in einem geschlossenen Beatmungskreislauf akkumulierenden Fremdgases oder eines Anästhesiegases erfolgen. Hierfür muss die Transmissionswellenlänge des zu diesem Messkanal gehörenden Infrarotfilters an die
- 10 Absorptionswellenlänge des Gases angepasst werden, dessen Konzentration gemessen werden soll. Die von einer ersten infraroptischen Strahlungsquelle auf den ersten Multispektraldetektor treffende Strahlung umfasst mindestens die Transmissionswellenlängenbereiche der vier Infrarotfilter des ersten Multispektraldetektors.
- Sendet die erste infraroptische Strahlungsquelle Strahlung im
- 15 Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  aus, wobei  $\lambda_1$  und  $\lambda_1'$  Zahlenwerte für die Wellenlänge der Strahlung bezeichnen und  $[\lambda_1, \lambda_1']$  das zwischen  $\lambda_1$  und  $\lambda_1'$  liegende Intervall ist, so müssen in dem Intervall  $[\lambda_1, \lambda_1']$  die Wellenlängen 4,25 Mikrometer, 3,98 Mikrometer, 3,7 Mikrometer und 3,3 Mikrometer enthalten sein. Das ist zum Beispiel gegeben, wenn  $\lambda_1 = 3$  Mikrometer und  $\lambda_1' = 5$  Mikrometer gilt.
- 20 Die vier zum zweiten Multispektraldetektor gehörenden Infrarotfilter transmittieren in den Wellenlängenbereichen 8,605 Mikrometer, 8,386 Mikrometer, 8,192 Mikrometer und in einem Referenzwellenlängenbereich von 10,488 Mikrometer. Ein Algorithmus zur Identifikation und Konzentrationsmessung von den
- 25 möglicherweise verwendeten Anästhesiegasen Desfluran, Enfluran, Halothan, Isofluran, Sevofluran sowie von Lachgas und Kohlendioxid mit Hilfe dieser Infrarotfilterkonfiguration ist bereits aus der DE 196 283 10 C2 bekannt. Die vom zweiten Multispektraldetektor durchgeführte Messung und Kennung der Anästhesiegase erfolgt langsamer als die vom ersten Multispektraldetektor
- 30 durchgeführte Messung und nimmt daher mehr Zeit in Anspruch. Die von einer zweiten infraroptischen Strahlungsquelle auf den zweiten Multispektraldetektor treffende Strahlung umfasst mindestens die Transmissionswellenlängenbereiche der vier Infrarotfilter des zweiten Multispektraldetektors. Sendet die zweite infraroptische Strahlungsquelle

5 Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$  aus, wobei  $\lambda_2$  und  $\lambda_2'$  Zahlenwerte für die Wellenlänge der Strahlung bezeichnen und  $[\lambda_2, \lambda_2']$  das zwischen  $\lambda_2$  und  $\lambda_2'$  liegende Intervall, so müssen in dem Intervall  $[\lambda_2, \lambda_2']$  die Wellenlängen 8,605 Mikrometer, 8,386 Mikrometer, 8,192 Mikrometer und 10,488 Mikrometer enthalten sein. Das ist beispielsweise gegeben für  $\lambda_2 = 8$  Mikrometer und  $\lambda_2' = 11$  Mikrometer.

10

Für eine atemzugsaufgelöste Messung der Gaskonzentrationen in einem Gasgemisch wird eine schnellere Messung der Anästhesiegaskonzentrationen erforderlich. In diesem Fall wird beim ersten Multispektraldetektor der Messkanal mit dem Infrarotfilter und dem Transmissionswellenlängenbereich von 3,3  
15 Mikrometer zur Messung der Methankonzentration ausgewechselt gegen einen Infrarotfilter mit der Transmissionswellenlänge von 8,89 Mikrometer zur Messung von Anästhesiegaskonzentrationen. Die Halbwertsbreite dieses Infrarotfilters liegt in etwa bei 300 Nanometern, damit über der Halbwertsbreite der Infrarotfilter des zweiten Multispektraldetektors. Diese liegt in etwa bei 130 Nanometern. Im  
20 Zentralwellenlängenbereich von 8,89 Mikrometer absorbieren alle Anästhesiegase, und es liegt nur eine geringe Querempfindlichkeit gegenüber Lachgas vor. Die Kombination eines Infrarotfilters im ersten Multispektraldetektor mit einer Zentralwellenlänge von 8,89 Mikrometer und einer Halbwertsbreite von 300 Nanometern mit den Infrarotfiltern des zweiten Multispektraldetektors liefert  
25 zusätzliche Parameter bei der Kennung und Konzentrationsmessung der Anästhesiegase und beschleunigt damit die Kennung und Messung der Anästhesiegase.

In einer weiteren Ausführungsform des Gasanalysators wird nur eine einzige  
30 infrarotoptische Strahlungsquelle eingesetzt, die Strahlung in den Wellenlängenbereichen  $[\lambda_1, \lambda_1']$  und  $[\lambda_2, \lambda_2']$  aussendet. Mit Hilfe eines dichroitischen Strahlteilers wird die Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  auf den ersten Multispektralsensor und die Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$  auf den zweiten Multispektralsensor geleitet.

- In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die mit dem ersten
- 5 Multispektraldetektor gemessene Lachgaskonzentration zur Korrektur der mit dem zweiten Multispektraldetektor gemessenen Anästhesiegaskonzentration benutzt, da bei der Messung der Anästhesiegaskonzentrationen eine Querempfindlichkeit gegenüber Lachgas besteht.
- 10 Anschließend werden die vom zweiten Multispektraldetektor gemessenen Anästhesiegaskonzentrationen zur Korrektur der mit dem ersten Multispektraldetektor gemessenen Lachgaskonzentration benutzt, da auch umgekehrt bei der Messung der Lachgaskonzentration eine Querempfindlichkeit gegenüber den Anästhesiegasen besteht.
- 15 Diese Korrektur sowohl der Messwerte des ersten als auch des zweiten Multispektraldetektors wird mit Hilfe einer Auswerte- und Steuereinheit ausgeführt.

Die Berechnung von Gaskonzentrationen mit Hilfe der Korrektur von Messsignalen zur Kompensation von Querempfindlichkeiten, beispielsweise gegenüber Lachgas, geschieht wie folgt:

20 Bei der Kalibrierung eines Infrarotstrahlungsdetektors wird die Querempfindlichkeit gegenüber Lachgas in Abhängigkeit von der Lachgaskonzentration gemessen und in Form von konzentrationsabhängigen Korrekturfaktoren gespeichert.

Dient der Infrarotstrahlungsdetektor beispielsweise zur Konzentrationsmessung

25 des Anästhesiegases Halothan, so ergibt sich die vom zugehörigen Infrarotfilter gemessene Gesamttransmission aufgrund des Lambert-Beer'schen Gesetzes als Produkt aus der für reines Halothan charakteristischen Transmission mit dem entsprechenden Korrekturfaktor. Umgekehrt erhält man die allein für Halothan charakteristische Transmission des entsprechenden Infrarotfilters als Quotient aus

30 der gemessenen Gesamttransmission und dem Korrekturfaktor.

Die Kennung und Konzentrationsmessung von verschiedenen Gasen in einem Gasgemisch sowie die Korrektur einer Lachgasquerempfindlichkeit dabei geschieht somit durch die Integration von zwei Strahlengängen in einer Küvette.



Auf diese Weise wirken äußere Störeinflüsse wie Temperaturschwankungen, mechanische Stöße oder Vibrationen stets auf den gesamten Gasanalysator. Es muss somit kein Abgleich zwischen beiden Strahlengängen erfolgen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden beispielhaft anhand der Figuren 1 bis 4 erklärt, die bevorzugte Ausführungen des infrarotoptischen Gasanalysators darstellen.

Es zeigen:

Figur 1 einen infrarotoptischen Gasanalysator mit zwei parallel verlaufenden Strahlengängen gleicher Länge im seitlichen Querschnitt,

Figur 2 einen infrarotoptischen Gasanalysator mit zwei senkrecht zueinander verlaufenden Strahlengängen unterschiedlicher Länge im seitlichen Querschnitt,

Figur 3 einen infrarotoptischen Gasanalysator mit zwei parallel verlaufenden Strahlengängen unterschiedlicher Länge im seitlichen Querschnitt,

Figur 4 einen infrarotoptischen Gasanalysator mit einem Strahlengang, der geteilt wird, im seitlichen Querschnitt.

Der infrarotoptische Gasanalysator in Figur 1 zeichnet sich durch zwei in einer Küvette 12 integrierte, parallel verlaufende Strahlengänge gleicher Länge von infrarotoptischem Licht aus. Die Strahlengänge sind durch die beiden waagrecht verlaufenden gestrichelten Pfeile dargestellt. Die Begasung der Küvette 12 erfolgt durch Eintritt des zu messenden Gases über den Gaseinlass 10, dargestellt durch einen in die Küvette 12 weisenden Pfeil am Gaseinlass 10, das gemessene Gas verlässt die Küvette 12 über den Gasauslass 11, ebenfalls dargestellt durch einen Pfeil am Gasauslass 11, der aus der Küvette 12 weist.

Außerhalb der Küvette 12 befinden sich zwei infrarotoptische Strahlungsquellen 6

- und 7 sowie zwei Multispektraldetektoren 1 und 2. In dem ersten
- 5 Multispektraldetektor 1 und dem zweiten Multispektralsensor 2 sind jeweils vier Infrarotstrahlungsdetektoren mit vorgeschalteten Infrarotfiltern angeordnet, die in der Figur 1 nicht dargestellt sind. Die von der ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle 6 emittierte Strahlung umfasst mindestens die Transmissionswellenlängenbereiche der vier Infrarotfilter des ersten
- 10 Multispektraldetektors 1, und die von der zweiten infrarotoptischen Strahlungsquelle 7 emittierte Strahlung umfasst mindestens die Transmissionswellenlängenbereiche der vier Infrarotfilter des zweiten Multispektraldetektors 2. Die von der ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle 6 emittierte Infrarotstrahlung wird durch ein infrarotdurchlässiges Eintrittsfenster 8
- 15 und ein infrarotdurchlässiges Austrittsfenster 3 durch den Innenraum der Küvette 12 geleitet und trifft danach auf den Multispektraldetektor 1. Die Infrarotfilter besitzen jeweils eine bestimmte Transmissionswellenlänge, auf der sie die eintreffende Infrarotstrahlung durchlassen. Die Transmissionswellenlänge eines Infrarotfilters stimmt mit der Absorptionswellenlänge des von dem zugehörigen
- 20 Infrarotdetektors zu messenden Gases überein. Auf diese Weise besitzt der Multispektraldetektor 1 vier verschiedene Messkanäle. Ein Strahlmischsystem in Form eines im ersten Multispektraldetektor 1 befindlichen Pyramidensystems, in der Figur 1 nicht dargestellt, lenkt die ausgesandte Infrarotstrahlung anteilig auf die vier Messkanäle.
- 25 Die von der zweiten infrarotoptischen Strahlungsquelle 7 emittierte Infrarotstrahlung wird ebenfalls durch ein infrarotdurchlässiges Eintrittsfenster 9 und ein infrarotdurchlässiges Austrittsfenster 4 durch den Innenraum der Küvette 12 geleitet und trifft auf den zweiten Multispektraldetektor 2, der seinem Prinzip nach wie der Multispektraldetektor 1 aufgebaut ist.
- 30 Zur Vermeidung größerer Toträume ist zwischen den beiden in der Küvette 12 integrierten Strahlengängen eine pneumatische Blende 5 angeordnet. Die vom ersten Multispektraldetektor 1 empfangene Strahlung der infrarotoptischen Strahlungsquelle 6 und die vom zweiten Multispektraldetektor 2 empfangene Strahlung der infrarotoptischen Strahlungsquelle 7 werden als

Signale einer Auswerte- und Steuereinheit 13 zugeführt.

5

In der Figur 2 ist ein infrarotoptischer Gasanalysator dargestellt, bei dem zwei in die Küvette 12 integrierte Strahlengänge unterschiedlicher Länge von infrarotoptischem Licht senkrecht zueinander liegen. Die Strahlengänge sind durch einen waagrecht und einen senkrecht verlaufenden gestrichelten Pfeil dargestellt.

10

Die Begasung der Küvette 12 erfolgt wie in der Beschreibung zu Figur 1 angegeben. Abgesehen von der zur Figur 1 unterschiedlichen räumlichen Anordnung der infrarotoptischen Strahlungsquellen 6 und 7 sowie der Multispektraldetektoren 1 und 2 stimmt der in Figur 2 dargestellte infrarotoptische Gasanalysator mit dem in Figur 1 dargestellten überein und arbeitet nach dem

15

selben Prinzip. Dadurch, dass die Wegstrecke des zweiten Strahlenganges zwischen der infrarotoptischen Strahlungsquelle 7 und dem Multispektraldetektor 2 länger ist als die Wegstrecke des ersten Strahlenganges zwischen der infrarotoptischen Strahlungsquelle 6 und dem Multispektraldetektor 1, kann für jeden der beiden Strahlengänge unabhängig voneinander eine für die

20

Konzentrationsmessung und Kennung der Gase optimale Weglänge vorgesehen werden. Die optimale Weglänge wird wesentlich durch den interessierenden Konzentrationsbereich der zu messenden Gase und ihren Wirkungsquerschnitt bestimmt, der bei einer bestimmten Messwellenlänge für ein

25

bestimmtes Gas charakteristisch ist und ein Maß für den Absorptionsgrad des betreffenden Gases bei einer bestimmten Konzentration darstellt.

Am Beispiel der Gase Kohlendioxid und Halothan wird die Bestimmung von optimalen Weglängen erläutert:

30

Der für Kohlendioxid interessierende Konzentrationsbereich liegt in etwa bei 3 vol. %, orientiert an der expiratorischen Kohlendioxidkonzentration eines narkotisierten Patienten. Der Konzentrationsbereich von Halothan liegt erwartungsgemäß bei 1 vol. %. In ungefähr dieser Konzentration erfolgt die Anflutung bei der Narkose eines Durchschnittspatienten. Während der Narkose, nach der Anflutung, wird Halothan immer noch in einer Konzentration von 0.8 vol. %

5 verabreicht. Somit kann 1 vol. % als relevanter Konzentrationsbereich für Halothan angesehen werden.

Die Wirkungsquerschnitte beider Gase sind bekannt: Der Wirkungsquerschnitt von Kohlendioxid beträgt  $1,81 \cdot 10^{-2}$  (Millimeter vol. %)<sup>-1</sup>, und der Wirkungsquerschnitt von Halothan beträgt  $8,627 \cdot 10^{-3}$  (Millimeter vol. %)<sup>-1</sup>.

10 Die Forderung nach gleichem Absorptionsgrad bei beiden Gasen trotz unterschiedlicher Konzentrationen und Wirkungsquerschnitte führt unter Berücksichtigung des Lambert-Beerschen Gesetzes auf eine optimale Weglänge von 7 Millimetern für Kohlendioxid und eine optimale Weglänge von 46 Millimetern für Halothan. Verlängerung oder Verkürzung der Weglängen unter Beibehaltung  
15 ihres Verhältnisses ändert dabei nichts am übereinstimmenden Absorptionsverhalten beider Gase.

Die Figur 3 zeigt einen infrarotoptischen Gasanalysator, bei dem zwei in die Küvette 12 integrierte Strahlengänge unterschiedlicher Länge parallel zueinander  
20 verlaufen. Die Strahlengänge sind durch die beiden waagrecht liegenden gestrichelten Pfeile dargestellt. Die Begasung der Küvette 12 erfolgt wie zu Figur 1 beschrieben. Abgesehen von der zur Figur 1 unterschiedlichen Gestaltung der Küvette 12, die oberhalb der pneumatischen Blende 5 breiter ausgebildet ist als unterhalb der pneumatischen Blende 5, stimmt der in Figur 3 abgebildete  
25 infrarotoptische Gasanalysator mit dem in Figur 1 abgebildeten überein. Die unterschiedlichen Weglängen der beiden Strahlengänge des infrarotoptischen Gasanalysators in Figur 3 machen sich in derselben Weise vorteilhaft bemerkbar wie die unterschiedlichen Weglängen der beiden Strahlengänge des infrarotoptischen Gasanalysators in Figur 2, das heißt, für beide Strahlengänge  
30 können unabhängig voneinander optimale Weglängen vorgesehen werden.

Der infrarotoptische Gasanalysator in Figur 4 weist im Gegensatz zu den in den anderen Figuren 1 bis 3 abgebildeten infrarotoptischen Gasanalysatoren nur einen Strahlengang auf. Der Strahlengang ist durch die beiden gestrichelten Pfeile

dargestellt. Die Begasung der Küvette 12 erfolgt wie zu Figur 1 beschrieben.

- 5 Außerhalb der Küvette 12 befindet sich eine infrarotoptische Strahlungsquelle 14. Die von der infrarotoptischen Strahlungsquelle 14 emittierte Infrarotstrahlung wird teilweise durch ein infrarotdurchlässiges Eintrittsfenster 8 und einen dichroitischen Strahlteiler 15 durch den Innenraum der Küvette 12 geleitet und trifft von dort auf den Multispektraldetektor 1. Der Teil der Infrarotstrahlung, der nicht durch den
- 10 dichroitischen Strahlteiler 15 hindurchgeleitet wird, wird am dichroitischen Strahlteiler 15 reflektiert und gelangt von dort durch den Innenraum der Küvette 12 durch das infrarotdurchlässige Austrittsfenster 4 auf den zweiten Multispektraldetektor 2. Die beiden Multispektraldetektoren 1 und 2 sind baugleich mit den Multispektraldetektoren 1 und 2 der Figur 1.

15

Da die Strahlung von der infrarotoptischen Strahlungsquelle 14 sowohl auf den ersten Multispektraldetektor 1 trifft als auch auf den zweiten Multispektraldetektor 2, nachdem die Strahlung teilweise an dem dichroitischen Strahlteiler 15 reflektiert wurde, umfasst die infrarotoptische Strahlungsquelle 14 mindestens die

- 20 Transmissionswellenlängenbereiche der vier Infrarotfilter des ersten Multispektraldetektors 1 und der vier Infrarotfilter des zweiten Multispektraldetektors 2.

- Die vom ersten Multispektraldetektor 1 empfangene Strahlung der infrarotoptischen Strahlungsquelle 14 und die vom zweiten Multispektraldetektor 2
- 25 durch Reflexion am dichroitischen Strahlteiler 15 empfangene Strahlung der infrarotoptischen Strahlungsquelle 14 werden als Signale einer Auswerte- und Steuereinheit 13 zugeführt.

## Patentansprüche

- 5 1. Infrarotoptischer Gasanalysator mit einer ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle (6), mit einem ersten Multispektraldetektor (1), mit einem zweiten Multispektraldetektor (2) und mit einer das zu messende Gasgemisch enthaltenden Küvette (12), wobei die erste infrarotoptische Strahlungsquelle (6) derart positioniert ist, dass die in einem ersten Wellenlängenbereich
- 10  $[\lambda_1, \lambda_1']$  emittierte Strahlung durch den Innenraum der Küvette (12) auf den ersten Multispektraldetektor (1) trifft, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Strahlungsquelle (7) derart vorgesehen ist, dass die in einem zweiten Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$  emittierte Strahlung durch den Innenraum der Küvette (12) auf den zweiten Multispektraldetektor (2) trifft, wobei die
- 15 Wellenlängenbereiche  $[\lambda_1, \lambda_1']$  und  $[\lambda_2, \lambda_2']$  verschieden voneinander ausgewählt sind.
2. Infrarotoptischer Gasanalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle (6) emittierte
- 20 Strahlung parallel zu der von der zweiten infrarotoptischen Strahlungsquelle (7) emittierten Strahlung verläuft und dabei eine Wegstrecke gleicher Länge zurücklegt.
3. Infrarotoptischer Gasanalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle (6) emittierte
- 25 Strahlung parallel zu der von der zweiten infrarotoptischen Strahlungsquelle (7) emittierten Strahlung verläuft und dabei eine Wegstrecke unterschiedlicher Länge zurücklegt.
4. Infrarotoptischer Gasanalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die von der ersten infrarotoptischen Strahlungsquelle (6) emittierte
- 30 Strahlung senkrecht zu der von der zweiten infrarotoptischen Strahlungsquelle (7) emittierten Strahlung verläuft und dabei eine Wegstrecke unterschiedlicher Länge zurücklegt.

5. Infrarotoptischer Gasanalysator mit einer infrarotoptischen Strahlungsquelle (14), mit einem ersten Multispektraldetektor (1), mit einem zweiten  
5 Multispektraldetektor (2) und mit einer das zu messende Gasgemisch enthaltenden Küvette (12), wobei die infrarotoptische Strahlungsquelle (14) derart positioniert ist, dass die in einem ersten Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  emittierte Strahlung durch den Innenraum der Küvette (12) auf den ersten Multispektraldetektor (1) trifft, dadurch gekennzeichnet, dass die im ersten  
10 Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  emittierte Strahlung einen dichroitischen Strahlteiler (15) ungehindert durchläuft und auf den ersten Multispektraldetektor (1) trifft, die in einem zweiten Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$  emittierte Strahlung vom dichroitischen Strahlteiler (15) reflektiert wird und durch den Innenraum der Küvette (12) auf den zweiten  
15 Multispektraldetektor (2) trifft, wobei die Wellenlängenbereiche  $[\lambda_1, \lambda_1']$  und  $[\lambda_2, \lambda_2']$  verschieden voneinander ausgewählt sind.
6. Verfahren zur Bestimmung von Gaskonzentrationen mit einem  
infrarotoptischen Gasanalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- a) Die vom ersten Multispektraldetektor (1) empfangene Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  und die vom zweiten Multispektraldetektor (2) empfangene Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$  werden als  
25 Signale einer Auswerte- und Steuereinheit (13) zugeführt,
- b) die Auswerte- und Steuereinheit (13) berechnet aus den vom ersten Multispektraldetektor (1) empfangenen Signalen der Strahlung im Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  Werte für die Konzentrationen einer ersten  
30 Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen, die Auswerte- und Steuereinheit (13) berechnet aus den vom zweiten Multispektraldetektor (2) empfangenen Signalen der Strahlung im Wellenlängenbereich

5

10

[  $\lambda_2, \lambda_2'$  ] Werte für die Konzentrationen einer zweiten Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen, wobei die Signale der Strahlung im Wellenlängenbereich [  $\lambda_1, \lambda_1'$  ] von der Auswerte- und Steuereinheit (13) zur Korrektur der Signale der Strahlung im Wellenlängenbereich [  $\lambda_2, \lambda_2'$  ] herangezogen werden, um Querempfindlichkeiten des Multispektraldetektors (2) gegenüber der ersten Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen bei der Berechnung der Konzentrationen der zweiten Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen zu kompensieren.

15

20

7. Verfahren nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch folgenden, sich anschließenden Schritt:

- d) Die Signale der Strahlung im Wellenlängenbereich [  $\lambda_2, \lambda_2'$  ] werden von der Auswerte- und Steuereinheit (13) zur Korrektur der Signale der Strahlung im Wellenlängenbereich [  $\lambda_1, \lambda_1'$  ] herangezogen, um Querempfindlichkeiten des Multispektraldetektors (1) gegenüber der zweiten Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen bei der Berechnung der Konzentrationen der ersten Gruppe von im Gasgemisch enthaltenen Gasen zu kompensieren.



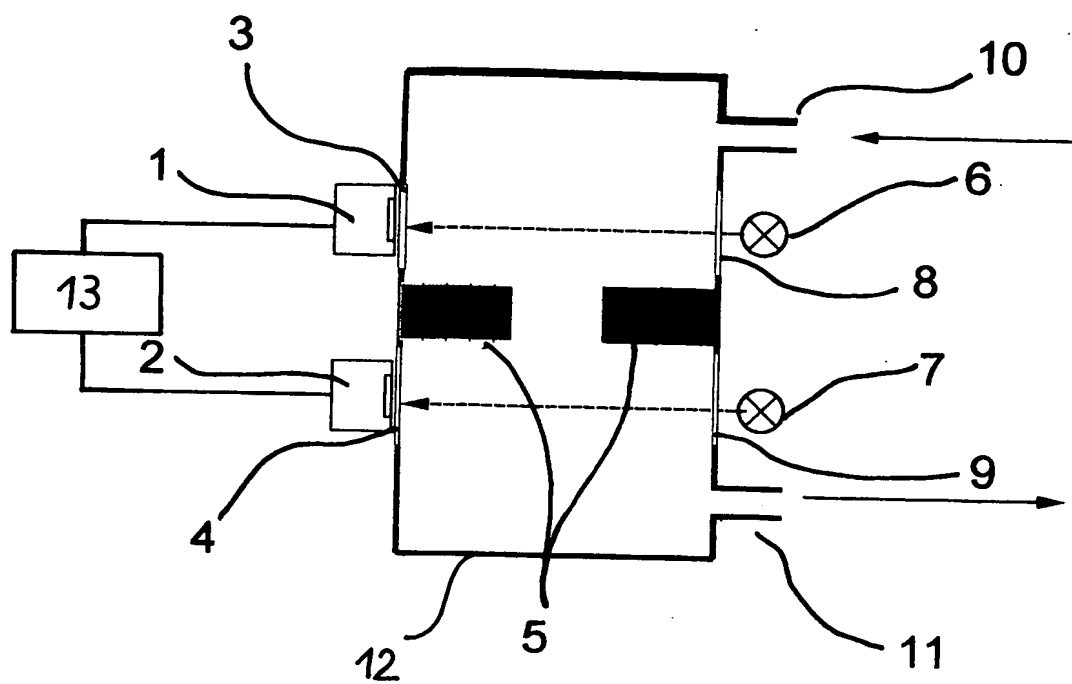


FIG. 1

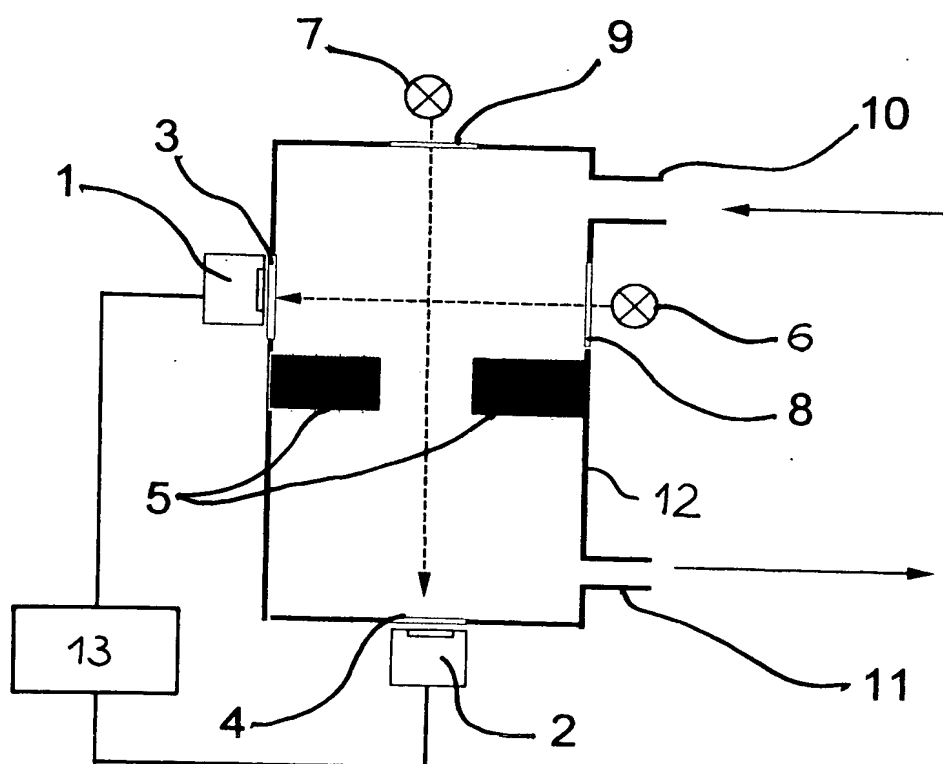


FIG. 2

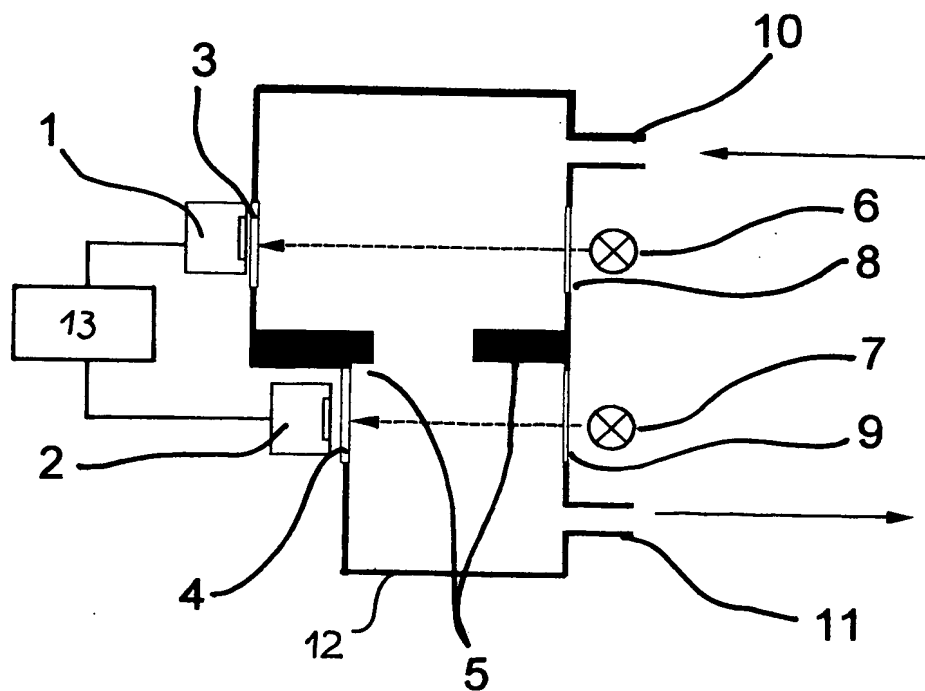


FIG. 3

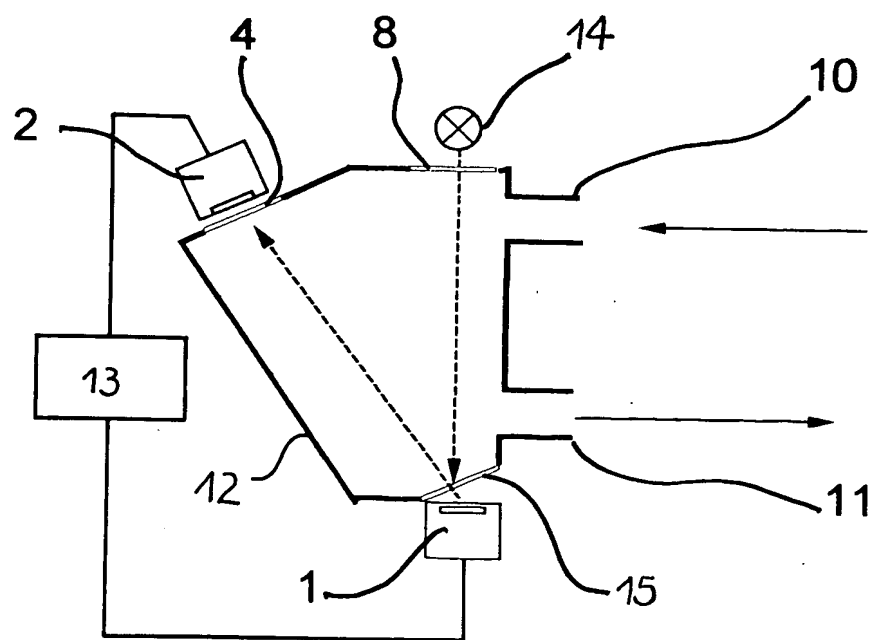


FIG. 4

## Zusammenfassung

### Infrarotoptischer Gasanalysator

5

Die Erfindung betrifft einen infrarotoptischen Gasanalysator mit mindestens einer infrarotoptischen Strahlungsquelle (6, 7), zwei Multispektraldetektoren (1, 2) und eine das zu messende Gasgemisch enthaltenden Küvette (12) sowie ein Verfahren zur Bestimmung von Gaskonzentrationen mit dem infrarotoptischen Gasanalysator.

10

Der Gasanalysator soll in kompakter und störunanfälliger Bauweise die simultane Messung und Kennung einer Mehrzahl von Gasen in einem Gasgemisch ermöglichen.

15

Dabei erfaßt die von einer infrarotoptischen Strahlungsquelle (6) emittierte Strahlung einen ersten Wellenlängenbereich  $[\lambda_1, \lambda_1']$  und die von einer infrarotoptischen Strahlungsquelle (7) emittierte Strahlung einen davon verschieden gewählten zweiten Wellenlängenbereich  $[\lambda_2, \lambda_2']$ . Die Strahlengänge durchlaufen jeweils das Innere der Küvette (12) und treffen auf die Multispektraldetektoren (1) und (2). Diese leiten die empfangenen Signale weiter an eine Auswerte- und Steuereinheit (13), die die Gaskonzentrationen unter Berücksichtigung von Querempfindlichkeiten bei der Messung durch die Multispektraldetektoren (1) und (2) berechnet. (Fig. 1)

20

